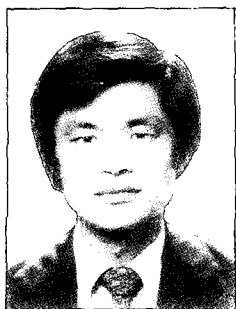


스모그 현상이 인체에 미치는 영향

최근 서울을 비롯한 대도시에서는 대기오염이 날로 심화되고 있는 가운데 하루종일 안개가 자욱히 끼여있는 스모그현상이 수일간에 걸쳐 지속되고 있다. 이른 아침에 자주 발생하는 대도시의 옅은 안개는 황산화물, 질소산화물, 부유분진등의 대기오염물질이 습기를 빨아들이는 응결핵(凝結核)역할을 하기 때문에 발생하는 것으로, 서울의 경우 지난 1년간 1km앞도 내다볼 수 없는 옅은 안개가 낀 날은 178일이었으며 특히 겨울철에 이같은 현상이 집중적으로 발생되어 겨울철에는 난방연료 사용량이 늘어나면서 대기오염이 증가하여 나타난 것을 반영한다.

스모그현상은 1952년 영국의 런던과 1954년 미국의 로스앤젤레스에서 발생한 대기오염 사건으로 잘 알려진 현상으로 시정거리를 악화시킬 뿐만 아니라 호흡기 질환 및 눈, 코, 목등의 점막을 자극하는 등 인체에 심각한 피해를 일으킨다.

따라서, 본 논고에서는 스모그현상으로 인해 인체에 어떠한 피해를 일으키는지를 살펴보고, 스모그현상에 따른 대책을 고찰한다.



김윤신/ 한양대 의대교수, 환경 및 산업의학연구소장

1) 스모그의 특성 및 종류

스모그(Smog)란 용어는 1905년 영국에서 처음으로 연기(Smoke)와 안개(fog)의 합성어로 사용되기 시작하였다. 그러나 현재는 과거의 이러한 개념에서 벗어나 대기에 부유하는 물질에 의해 시정장에 즉 시야를 흐리게 하여 시정을 악화시키는 현상을 통틀어 일컫는다. 이러한 스모그현상의 원인으로서는 자연적이거나 또는 인위적 배출원에서 발생된 가스상 물질 및 부유성 입자상 물질의 대기오염물질로 인하여 입사광을 산란 또는 흡수시키나, 그 원인물질은 그 지역의 배출원특성 및 기상조건등에 의해 매우 다르다. 스모그 현상은 형태에 따라 크게 런던형 스모그와 광화학스모그라 일컬어지는 로스앤젤레스(LA)형스모그로 나누어진다.

런던형스모그란 가정의 난방연료 및 공장, 발전소등지에서 연료의 연소과정 중 발생하는 이황산가스(SO₂)와 매연등이 두꺼운 안개층으로 지표면에 축적되어 있어 뿌연 안개를 형성하여 시정을 악화시키게 되는 현상을 말한다.

이에 반해, LA형 스모그란 자동차 배기가스에서 발생하는 가스가 주요 오염원으로써 배기가스 중, 질소산화물과 올레핀계 탄화수소등이 햇빛속의 자외선과 화학반응을 일으켜 2차 오염물질인 오존, PAN, 알데히드등을 발생하여 회백색 안개로 시정을 악화시킨다. 런던형스모그와 LA형스모그를 비

표 1. LA 스모그와 런던스모그의 비교

| | LA 스모그 | London 스모그 |
|----------|---|--|
| 습도 | 낮다 | 높다 |
| 기온 | 높다 | 낮다 |
| 날씨 | 맑은 날씨 | 안개낀 날씨 |
| 2차적인 오염물 | O ₃ , PAN, NO ₂ , Aldehyde | SO ₃ , H ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄ |
| 스모그의 색 | 갈색을 띤 황색 | 검은 안개 |
| 분무형성반응 | $\text{Volatile Organics} \xrightarrow{h\nu} \text{Carbonaceous matters}$ $\text{SO}_2 + \text{OH} \rightarrow \text{Sulfate}$ $\text{NO}_2 \rightarrow \text{Nitrate}$ | $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{cat.}]{\text{O}_2} \text{H}_2\text{SO}_3$ |
| 주원인 | Vehicles exhaust gas(traffic) | Fossil fuel emission(heating) |

교해 보면 표 1과 같다.

스모그의 발생은 그 지역의 기상에 따라서 크게 영향을 받아 대단히 안정한 역전층이 생겨서 대기의 수직혼합이 없거나 수평방향의 풍속이 낮아서 오염물이 배출원으로부터 멀리 흩어지지 않을 경우 스모그발생을 더욱 심화시키게 된다. 또한 공장과 발전소 및 자동차등에서 배출되는 각종 대기오염물질이 햇빛과 반응할 때 생성되므로 태양복사량이 큰 지역에 잘 생긴다. 따라서 스모그는 대기오염물질의 배출량이 많고 공기의 환기량이 적으며 일사량이 클 때 잘 생긴다.

한편 스모그에 의한 시정악화의 영향인자를 살펴보면, 크게 대기오염물질의 농도와 기상요소에 의한 효과로 크게 나누어지나 두가지 인자가 독립적인 영향인자가 될 수도 있고 서로 상관성을 가질 수 있다. 기상요소중 습도는 흡습효과에 의해 시정을 악화시키는 독립적인 인자로서, 풍속과 혼합고등은 대기오염물질의 확산인자로서 대기오염물질 농도를 결정하는 상관인자이다. 시정악화의 환경인자는 다음과 같다.

- Suspended Particulates
- Humidity
- Sulfur Dioxide & Humidity
- Nitrogen dioxide
- Wind speed & Mixing Height
- Stagnation of Air Mass
- Synoptic Meteorological Condition

위의 환경인자중 특히 대기중에 부유분진의 산란효과와 분진구성성분의 흡수효과로 인해 대기중 부유분진의 농도와 시정과는 매우 밀접한 관계를 가지고 있다.

2) 스모그가 인체에 미치는 영향

스모그는 각종 대기오염물질로 인해 일어나는 대기오염현상이므로 스모그로 인한 피해는 매우 다양하다. 시야를 흐리게 하는 시정악화보다 스모그로 인한 피해로 더욱 심각한 것은 인체에 미치는 영향이다. 역사적인 스모그사건에서도 알 수 있듯이 스모그로 인해 심각한 인체에 피해를 입힐 수 있다. 1952년 영국의 런던에서 발생한 사건에서는 수일간 스모그가 지속되었는데 처음에는 호흡기 질환과 심장질환을 일으키다가 점차 심화되어 사망에 이르는 주민의 수가 40,000여명에 이르게 되었다.

이들 사망자이외에도 수일간 발생한 스모그지역에 거주하던 주민에게서 만성 기관지염, 천식, 기관지 확장증, 폐섬유증, 폐염등의 증상을 일으켰다. 한편 1954년 미국 로스앤젤레스에서 발생한 스모그에 의한 증상은 산화제인 오존, PAN에 의한 증상으로 이들의 증상을 살펴보면, 오존은 산화력이 강한 기체로서 눈을 자극하여 시각 장애와 폐기능 변화를 저하시켜 폐수종과 폐출혈을 일으키며 유전인자에도 변화를 일으킨다. 또 PAN은 독성이 강한 오염물질로 눈과 호흡기의 자극을 일으킨다. 이처럼 인체에 피해를 일으키는 산화제에 의해 로스앤젤레스 주민들은 그 당시 눈, 코, 기도, 폐등의 점막에 지속적 또는 반복적으로 자극하는 증상을 나타냈다.

각종 대기오염물질중에서 특히 광화학 스모그 발생에 영향을 주는 질소산화물과 오존의 인체에의 영향을 보면 다음과 같다.

질소산화물의 피해증상은 직접적으로 눈에 자극을 주지 않는 것을 제외하고는 황산화물과 비롯한 호흡기질환을 일으키며 폐쇄기관지염, 폐염의 발생을 유발시킨다. 또한 혈중 헤모그로빈과의 친화력이 강하여 Nitroso hemoglobin을 형성하므로 용혈 작용 및 중추신경장애를 일으킨다. 또한 질소산화물은 탄화수소, 자외선의 영향으로 O₃, HCHO, PAN 등의 각종 Oxidants를 생성하므로 눈, 코 점막을 자극하는 알레르기성질환을 유발시킨다(표 2).

표 2. 질소산화물의 농도와 인체영향

| 농도 | 인체영향 |
|----------|------------------------------|
| 1-3ppm | 취각을 감지 한다. |
| 13ppm | 눈, 코의 자극, 중추신경계에 영향을 준다. |
| 20-40ppm | 만성 폐섬유, 폐수종을 일으킨다. |
| 500ppm | 기관지염이 겹친 급성폐부종으로 2-10분 이내 사망 |

표3. 오존 농도와 인체영향

| 농도 | 인체영향 |
|------------|------------------------------|
| 0.1ppm | 취기를 느낀다. |
| 0.3ppm | 폐, 인후자극, 코, 기도에 통증을 준다. |
| 0.8-1.7ppm | 눈, 코를 자극, 구강, 비강의 건조병을 일으킨다. |
| 9ppm이상 | 폐수종, 폐출혈, 폐부종, 급성기관지염을 일으킨다. |

오존은 산화력이 강하므로 눈을 자극하고 물에 난용성이므로 쉽게 폐의 심부까지 도달하여 폐수종, 폐출혈등을 일으킨다(표 3).

근래에는 대도시지역에서 스모그현상이 빈번하게 발생되고 있는 것은 화석연료 사용증가와 자동차의 급증으로 인한 배기가스량 증대가 기상조건과 부합되어 나타난 것이라 할 수 있다. 최근 호흡기 질환의 발병율 증가와 독감의 장기간 유행등은 최근의 대기오염 상태와 무관하다고 볼 수 없다. 스모그현상으로 나타나는 증상인 호흡기질환에의해 기침, 두통, 가스등에 의한 통증을 일으키게 되는데 이를 계속 방치할 경우 악성기관지천식 및 만성기관지염으로 발전하게 되어 주의를 요하게 된다. 한편 최근의 연구보고에 의하면 스모그현상은 폐암발생에도 영향을 주는 것을 시사하고 있어 스모그로 인한 인체 피해는 더욱 심각하다고 하겠다.

3) 대 책

우리나라에서는 1986년 최초로 런던형스모그가 발견되었다는 발표가 있었고, 그후 자동차의 급속한 증가로 인해 LA형스모그의 형태도 띄게 되었다. 서울에서 현재 발생되고 있는 스모그는 특정한 형태의 스모그가 아닌 복합적 성격을 띠고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 스모그에 의한 심각성이 더욱 증가하여 이에 대한 철저한 대책이 요구된다.

미국의 경우 대도시에서 심각한 문제로 대두되고 있는 광화학스모그의 방지대책으로 광화학스모그를 유발하는 반응성이 높은 용매를 사용하는 공장에 배출물질을 강력히 규제하고 있다. 또한 자동차등에서 배출되는 광화학스모그유발 오염물질등에 대해 배출가스의 허용기준 강화, 촉매전환기 사용등이 그에 대한 대책이다.

우리나라에서도 보다 적극적인 방지대책이 요구되는데 공장이나 가정에서 사용되고 있는 연료인 연탄사용과 경유사용에 대한 대처방안이 필요하다. 또한 자동차에서 배출되는 오염물질에 의한 스모그화를 방지할 수 있는 대책도 요구된다.

따라서 스모그가 발생되지 않도록 대기오염방지 대책에 최선을 다하는 동시에 스모그 발생시에는 가급적 도심지역에서의 심한 활동을 삼가는 등 인체에의 영향을 고려하여야 한다.